

### プロジェクト課題 - 設備運用・保全技術の高度化

# 機器・配管および電気計装品の劣化診断

#### 背景・目的

長期運転経年炉で考慮すべき事項の一つに、機器・配管や電気計装品などの劣化があり、その診断技術の開発が望まれている。

応力腐食割れ(SCC)き裂の超音波探傷法(UT)を用いた非破壊検査法は概ね確立されているが、ニッケル基合金溶接部は超音波散乱・減衰が大きく、この部位に発生するSCCき裂の検査に関しては、非破壊検査技術の一層の高度化が望まれている。また、原子

力発電所で用いられるケーブルは熱と放射線に同時に曝されるため、これらの条件での絶縁体の材質劣化を的確に評価できるモデルの確立が求められている。

本課題では、ニッケル基合金溶接部へのフェーズドアレイUT法\*の適用性を明らかにするとともに、ケーブル絶縁体の劣化モデルを考案する。

#### 主な成果

### 1 ニッケル基合金溶接部の欠陥深さ測定に対するフェーズドアレイUT法の適用

ニッケル基合金溶接部のSCCき裂に対してき裂開口面側からの高精度な深さ測定法の確立を目的として、フェーズドアレイUTによるき裂深さ測定法を開発した。この方法は、小型のリニアアレイ探触子および超音波入射方向、集束位置を3次的に設定できる高出力のマトリクスアレイ探触子を組み合わせた方法であり、浅いき裂から深いき裂までの広い範囲に適用でき、かつ、き裂

位置、形状の把握からき裂とノイズの識別性が向上することに特徴がある。人工的に製作した実機形状を模擬したSCCき裂に対して本手法を適用した結果、深さ35mm程度までのき裂に対して高精度な深さ評価(測定誤差3mm程度)が可能となり(図1)、フェーズドアレイUTによる深さ測定法が実機検査に十分適用可能なことを明らかにした[Q11011]。

### 2 ケーブル絶縁体の劣化特性の調査および新劣化モデルの考案

これまでの実験研究から、絶縁体の機械的性質の劣化抑制には、酸化防止剤が重要な役割を果たしていることが明らかとなった[H10014]。しかし、既往の劣化モデルには、この酸化防止剤の挙動は組み込まれていない。このため、酸化防止剤の閾値濃度以下で劣化が進む限界濃度特性を反映させ、かつ、酸素と酸化防止剤に拡散方程式を適用した

新たなモデルを作成し(図2)、濃度分布およびその経時変化の推定を試みた。このモデルを用いたシミュレーション結果が、劣化試験で得られた試験片内の劣化生成物の分布傾向をほぼ再現できたことから、このモデルが酸化防止剤の濃度分布推定も含めた劣化挙動評価に有効であることが確認できた(図3)[H11007]。

\* 超音波の位相を制御することにより、高精度なUT測定を可能とする方法。

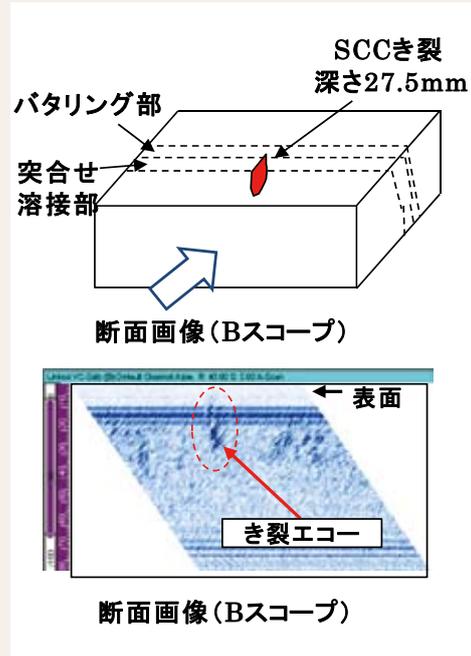
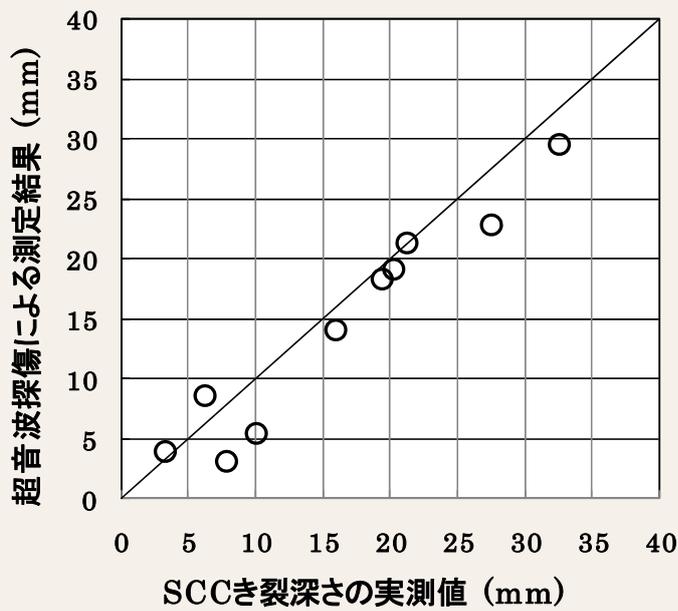


図1 フェーズドアレイUT法によるSCCき裂深さ測定結果

き裂深さの実測値と本装置を用いた測定値はよく一致しており、き裂深さが35mm程度のき裂まで高い精度(測定誤差3mm程度)で測定が可能であることがわかる。

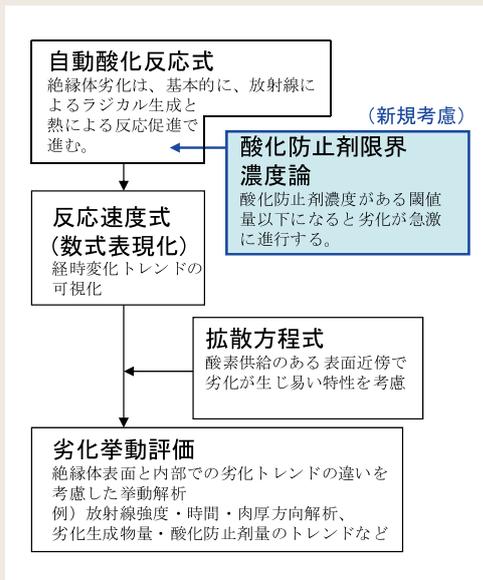


図2 新規モデルの方程式構造

新劣化モデルは酸化防止剤の限界濃度特性を反映した酸化反応の反応速度式と拡散方程式を用いて評価を行う。

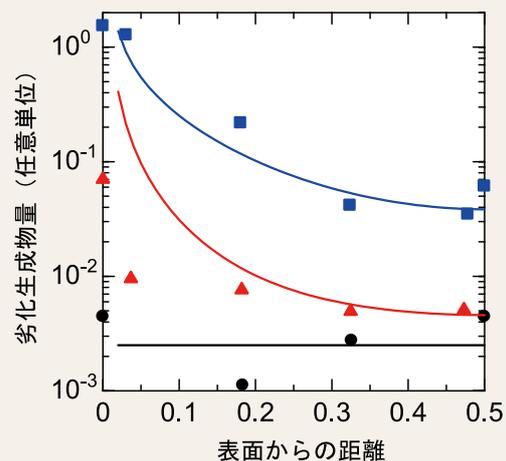


図3 ケーブル絶縁体中の劣化生成物量のシミュレーション結果と実験値の比較

図中の距離0.5は肉厚方向の中心点を示す。熱加速劣化試験で得た劣化生成物量の分布(赤外吸光度比、劣化前:●、180℃で8時間劣化:▲、180℃で44時間劣化:■)とモデルによるシミュレーション結果(実線)はほぼ一致した。